

焼結金属切削時における樹脂含浸の工具磨耗軽減効果

Tool wear lighten effect of resin impregnated in cutting Sintered Metal

小松健吾¹⁾

指導教員 武沢英樹¹⁾

1) 工学院大学大学院 機械工学専攻 生産工学研究室

キーワード: 焼結金属・樹脂含浸・工具磨耗

1. 緒 言

焼結金属は一般的な金属材料と比較して切削性能が劣ることが知られている。一方で、気密性の向上や表面処理を行い易くする対策として焼結金属に樹脂含浸を施す場合がある。このとき、一般的な焼結金属と比較して切削性能が向上することが経験的に知られている。従来の粉末冶金法による鉄系金属の焼結体では、密度 $6.6\sim6.7\text{g}/\text{cm}^3$ 程度が一般的であった。ところが、近年複動プレスを用いた加圧成形により密度 $6.8\sim7.2\text{ g}/\text{cm}^3$ 程度まで高めた焼結体が可能となっている。溶製材の密度 $7.8\text{g}/\text{cm}^3$ 程度に近づくことで、従来の焼結金属に比べて強度や韌性の向上が得られ精密部品への適用が広がってきた。その場合、摺動面など製品の一部には追加工を行う必要があり焼結金属の切削加工における諸問題の解決が望まれる。焼結金属の切削加工では工具磨耗が激しいことが知られており、工具寿命の向上が大きな要望であった。本研究では、鉄系粉末を用いて高密度に成形された焼結金属に対し樹脂含浸を施し、含浸の有無により切削性能、特に工具寿命についてどのような変化があるかを検討した。

2. 真空含浸処理

今回用いた焼結金属は鉄系粉末を主成分とした一般的なもので、成形品のサイズと密度は直径 80mm 、厚さ 50mm 、密度 $6.8\text{g}/\text{cm}^3$ である。樹脂含浸は真空含浸による処理が一般的であるが、今回は簡易的な真空含浸装置を試作し樹脂含浸から自前で行った。使用した樹脂は中央発明研究所製スーパーシールP-401（アクリル系）であり 80°C 以上で 10 分間加熱することで硬化が進行する。用いた含浸装置を図1に示す。耐圧容器に樹脂に浸した材料を入れ真

空ポンプ（アルバック製：G-50SA、到達圧力 9.3Pa ）により真空引きした。真空引きの処理時間により含浸量が変化すると推察されるが、含浸を行っている企業のデータを参考に 15 分の含浸時間とした。その結果、含浸前後の重量測定より含浸率は約 70% 程度であり、サンプル品の外周部から 30mm 程度は樹脂含浸がなされていると推察された。



図1 試作した真空含浸装置

3. 樹脂含浸有無による切削性能への効果

3. 1 工具磨耗への影響

はじめに、含浸の有無の違いによる工具磨耗の比較を行った。工具磨耗の比較では、切削速度を一定にし同一条件として切削を進行させたため、簡易NC附属の旋盤（TAKISAWA 製、TAC-360）を用いて回転数を調整し、切削速度一定で加工を行った。使用した工具は Tungaloy CNMG431-TMT6030、切削条件は過去の論文を参考に切削速度 $96.5\text{m}/\text{min}$ 、切り込み 1mm 、送り速度 $0.2\text{mm}/\text{rev}$ の条件で、工具が破損した切削距離 6km まで比較した。同時に旋削加工直後の被削面の温度を放射温度計（HIOKI 製 3445）を用いて測定した。温度測定は、外周切削直後の 5 秒後工具抜け側表面の同一箇所を計測した。図2に切削距離 6km 後の含浸有無の違いによる工具刃先境界面の写真を示す。（a）の方が刃先に

摩耗が見られる。側面からの写真(c)と(d)を比較しても(c)では明らかに先端が摩耗し後退しているのが確認できる。図3には観察された摩耗幅(写真(c)縦矢印の幅)の推移、図4には各切削距離における被削材表面温度の変化を示す。加工初期でも含浸なしのほうが表面温度は高いが、切削距離が長くなるにつれて温度が上昇する傾向がある。一方、含浸ありでは切削距離6kmまでほぼ一定の値を示す。これより、含浸ありのほうが加工中の工具先端温度も低いことが予測され、工具寿命も長くなることが推察される。

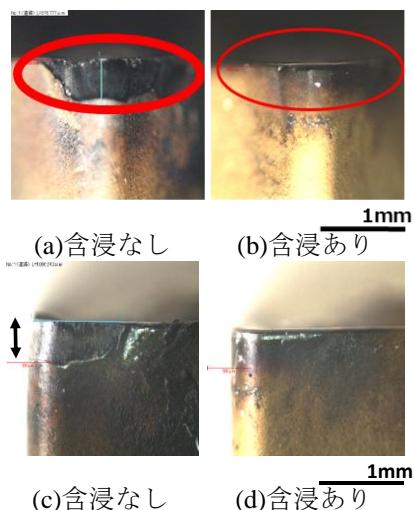


図2 切削距離6km後の工具摩耗の比較
■ Not impregnated ● Impregnated

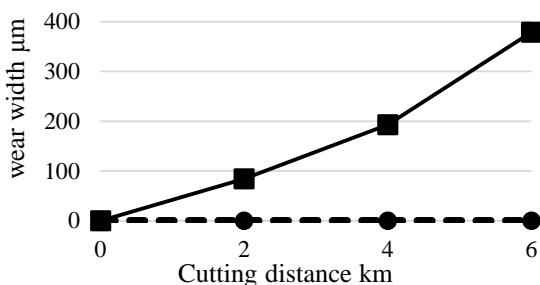


図3 工具磨耗幅のグラフ

3. 2 表面粗さへの影響

次に旋削加工における加工面の表面粗さを比較した。測定は、前節の各切削距離毎に計測を行っている。粗さパラメータは各種計測しているが、ここでは代表的な算術平均粗さ Ra の変化を図5に示す。図より含浸無し焼結材は切削距離が増えるにつれ粗さの数値が減少した。一方で含浸材は加工初期より数値が一定していることがわかる。これは、含浸無

しの場合、切削距離が大きくなるに従い工具刃先が摩耗し、平坦化するため見かけの刃先ノーズRが増大したことが要因では無いかと推察している。ただし含浸無しの場合、刃先の摩耗は進行しているため粗さの数値は良くなても仕上げ寸法に誤差が生じることが懸念される。

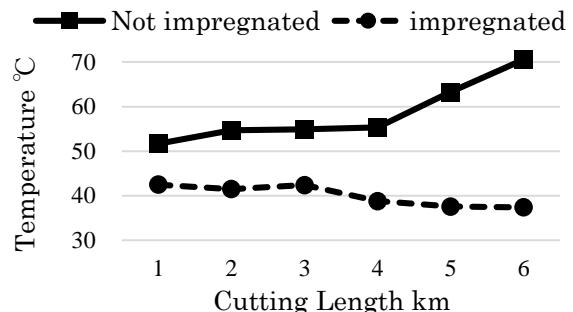


図4 切削時の表面温度

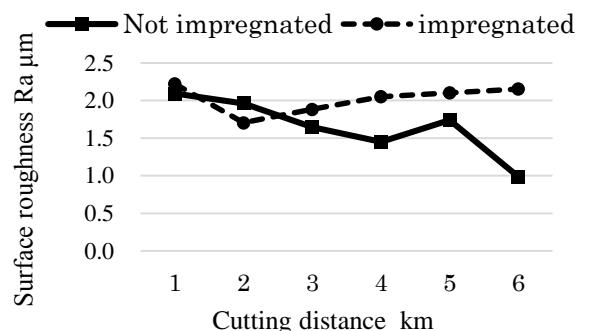


図5 各切削距離における表面粗さ

4.まとめ

焼結金属に対して樹脂含浸を施し、切削性能への影響を調べた。実際に含浸の有無による旋削加工を実施し、工具摩耗、旋削直後の被削材表面温度、表面粗さの比較を行った。その結果、工具摩耗、表面温度の計測では含浸ありの切削において良好な状態にあることがわかった。表面粗さに関しては本実験の範囲では含浸の有無による変化は認められなかった。

参考文献

- 1) 沖本邦郎, 樹脂を含浸した鉄系焼結体の切削加工性について, 日本機械学会論文集, Vol.74, No.746, pp.260-266 (2008)
- 2) 小笠原俊夫ほか, アクリル樹脂を含浸したバルブシート焼結合金の切削性, 日本機械学会論文集 Vol.63, No.612, pp.296-301 (1997)